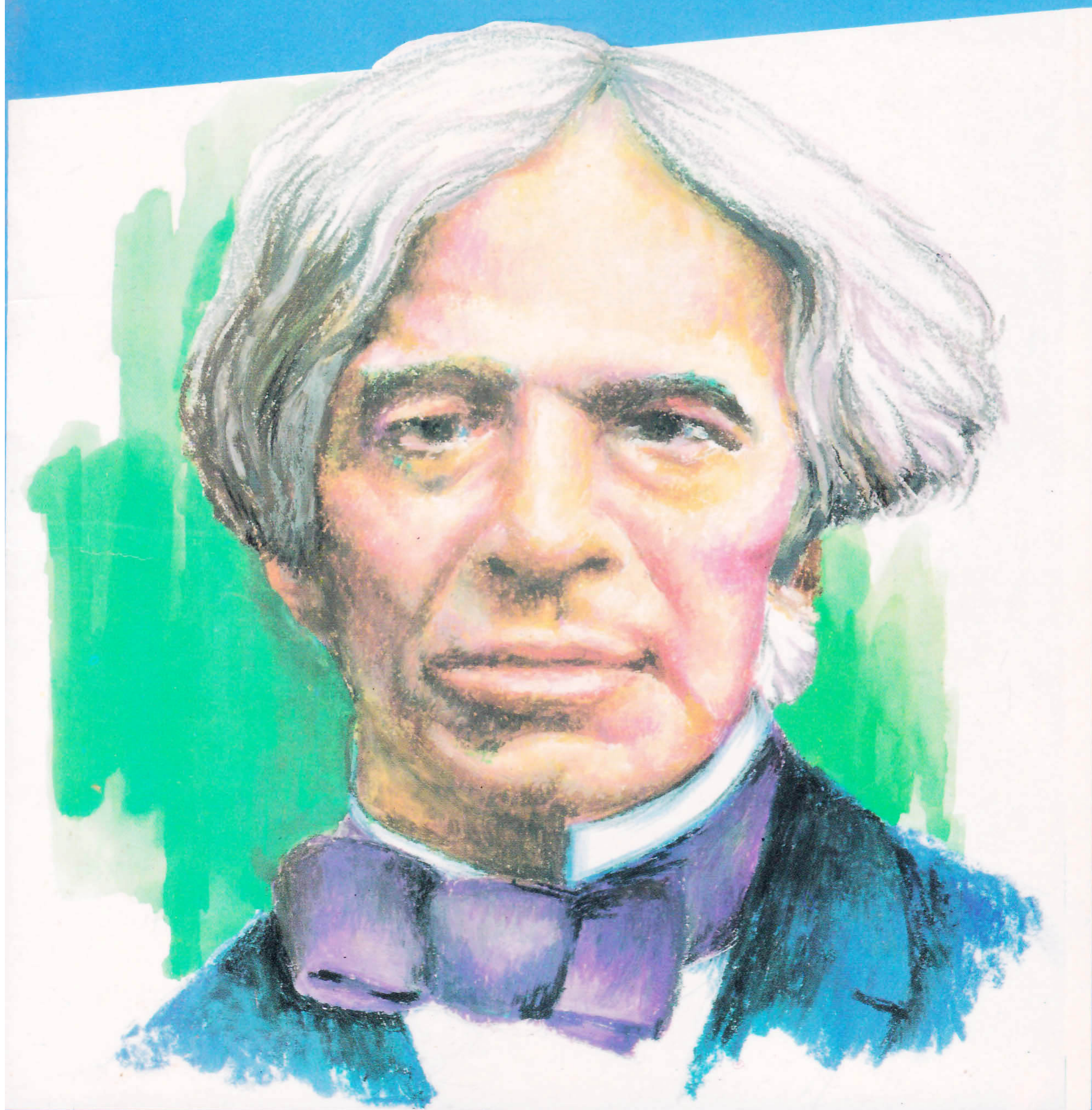
विज्ञानाचे रचयिते

फॅरेडे



लेखक रा.वि.सोवनी • संपादकीय सल्लागार जयंत नारळीकर



विज्ञानाचे रचयिते

मायकेल फॅरॅडे

विजेला घरात आणणारा आद्य शास्त्रज्ञ

लेखक : रा. वि. सोवनी
संपादकीय सल्लागार : जयंत नारळीकर

मुंबई
ऑक्सफर्ड युनिवर्सिटी प्रेस
दिल्ली कलकत्ता मद्रास

Oxford University Press, Walton Street, Oxford OX2 6DP
Oxford New York Toronto
Delhi Bombay Calcutta Madras Karachi
Kuala Lumpur Singapore Hong Kong Tokyo
Nairobi Dar es Salaam
Melbourne Auckland
and associates in
Berlin Ibadan

Illustrations by Vasant Pradhan
Cover by Rekha Studio, Bombay

First Published 1991
Reprinted 1992

Phototypeset by Anamika Trading Company, Dadar, Bombay - 400 028
Printed by R.N. Kothari, Konam Printers, Tardeo, Bombay - 400 034
and published by S.K. Mookerjee, Oxford University Press, Oxford House, Apollo Bunder,
Bombay 400 039.



मायकेल फॅरॅडे याने विद्युत्-विच्छेदन या क्रियेचे पायाभूत नियम सांगितले. रसायनशास्त्रात ही फॅरॅडेने मौलिक भर घातली. त्याचे महत्त्वाचे कार्य मात्र पदार्थविज्ञानातील विद्युत्चुंबकत्व या शाखेत होते. विद्युत् चलित्र, जनित्र आणि रोहित्र यांची रचना करून विद्युत् उद्योगासाठी लागणारे पायाभूत घटक त्याने निर्माण केले.

१. ओळख

न्यूटननंतरच्या काळात (१८व्या शतकाच्या उत्तरार्धात) उदय होणारे शास्त्र म्हणजे विद्युत्शास्त्र. या शाखेकडे न्यूटनचे लक्ष गेले नव्हते आणि त्यामुळेच या शाखेत काम करण्यास त्यावेळचे शास्त्रज्ञ धजावले असावेत. यापूर्वी पहिल्या एलिझाबेथ राणीचा वैद्यकीय सल्लागार विल्यम गिल्बर्ट (१५४४–१६०३) याने इ.स. १६०० मध्ये De Magnete हे पुस्तक प्रसिद्ध केले होते. त्यात चुंबकत्वासंबंधीचा विचार मांडला होता. विद्युत्शास्त्राशी अतिशय निगडित असलेल्या ह्या विषयाला सोळाव्या शतकात चालना मिळाली. त्यानंतर १७१३ मध्ये न्यूटनचा साहाय्यक फ्रॅन्सिस हॉक्स्बी (इ.स. १६७०–१७१३) याने घर्षणजन्य विद्युत् निर्माण करून दाखविली. विजेचे वहन करता येते हा महत्त्वाचा शोध स्टीफन ग्रे (इ.स. १६६६–१७३६) यांनी इ.स. १७२९ मध्ये लावला.

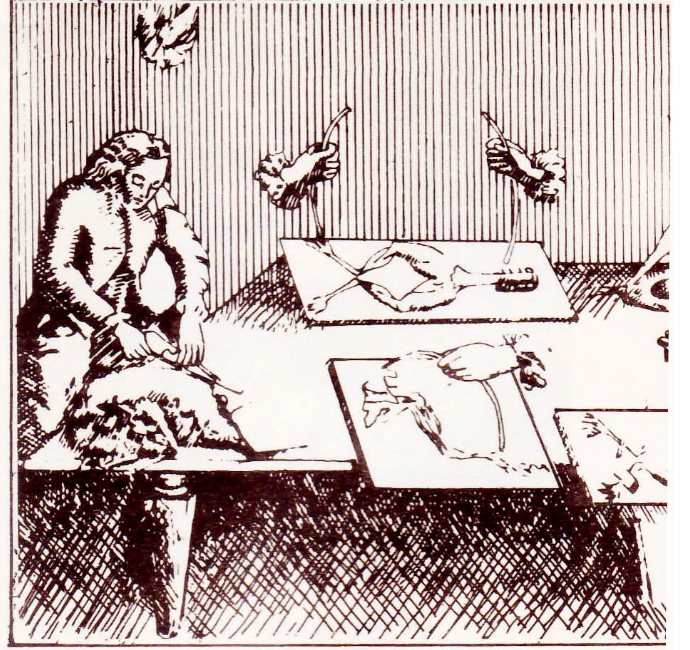
वीज आणि चुंबकत्व यांचा शोध लागल्यावरही ह्या दोहोंबद्दलची गूढता कमी झाली नव्हती. या दोहोंसंबंधीचे प्रयोग करून त्यांचे संख्यात्मक मोजमाप करण्यासाठी काही परिमाणे शोधणे जरूर होते. चार्लस कूलोम्ब (१७३८–१८०६) या शास्त्रज्ञाने विद्युत्भार मोजण्यासाठी टॉर्शन बॅलन्सचा वापर केला. त्याच्या प्रयोगावरून विद्युत्भाराचे बल दोन

भारांतील अंतरांच्या व्यस्त प्रमाणात असते. त्यावरूनच कूलोम्ब हे एकक तयार झाले.

यानंतर विजेचा साठा करणे, घर्षणाशिवाय वीज निर्माण करणे यांकडे शास्त्रज्ञांचे लक्ष गेले. मुशेनब्रोक (इ.स. १६९२–१७६१) याने हॉलंडमधील लेडन या गावी विजेचा संग्रह करणारे एक पात्र (भांडे) तयार केले. हे पात्र 'लेडन जार' या नावाने प्रसिद्ध आहे. लेडन जारचा बोलबाला सर्वत्र झाला आणि त्यामुळे विजेसंबंधीचे प्रयोग करण्याची एक लाटच निर्माण झाली. लेडन जारसंबंधीचे प्रयोग वाचून आणि स्वतः काही प्रयोग करून अमेरिकेतील बेंजामिन फ्रँकलिन (इ.स. १७०६–१७९०) याने वीज एकच प्रकारची असते, म्हणजे



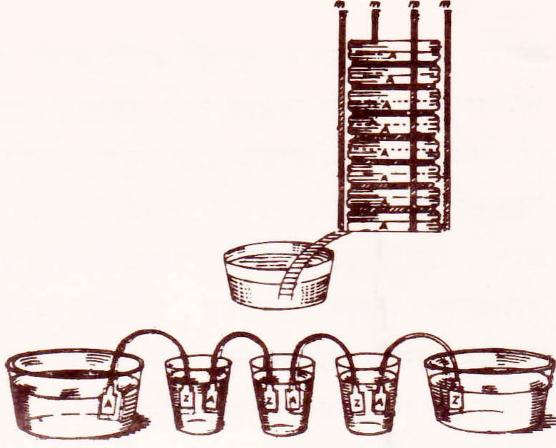
विल्यम गिलबर्ट (१५४४-१६०३) हा चुंबकत्वाचा अभ्यास करणाऱ्या पहिल्या शास्त्रज्ञांपैकी एक. या विषयातील काही मूलभूत संकल्पना प्रथम त्याने मांडल्या. पृथ्वी हीच एक प्रचंड लोहचुंबक असल्याचे त्याने ओळखले आणि तिच्या चुंबकीय क्षेत्राचा अभ्यास त्याने केला.



१७९१ मध्ये लुइगी गालवानी याने प्राणीज् विद्युत् यासंबंधीचे संशोधन प्रसिद्ध केले.

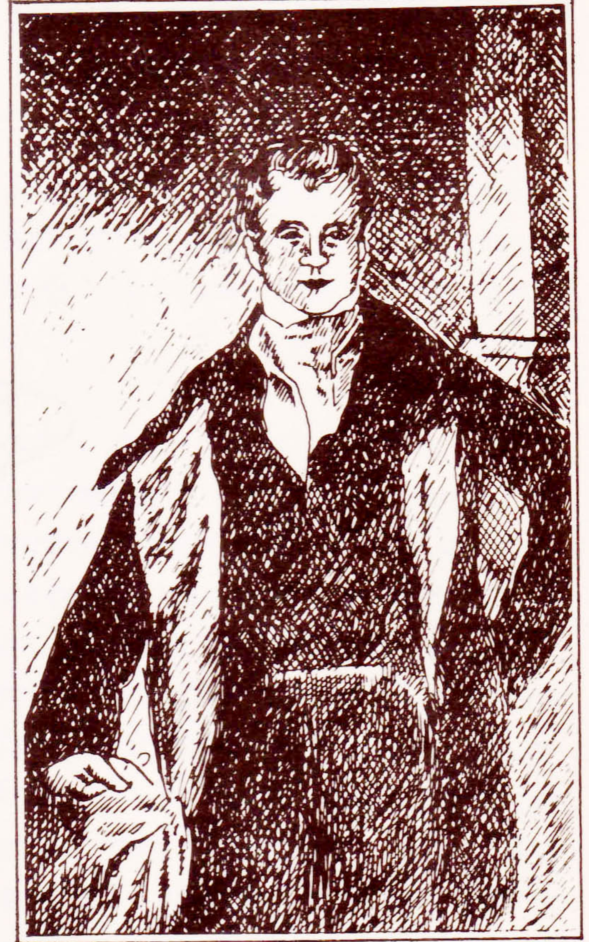
आकाशात निर्माण होणारी वीज आणि प्रयोगशाळेत निर्माण होणारी वीज या दोन्ही एकाच प्रकारच्या असतात, असे सांगितले. त्याचप्रमाणे वीज ही एखाद्या प्रवाही पदार्थासारखी असून तिचे वाहकातून वहन होऊ शकते असेही सिद्ध केले.

याच काळात चल विद्युत्शक्तीचा अभ्यास वाढीस लागला. लुईगी गॅलव्हानी (इ.स. १७३७–१७९८) या वैद्यकशास्त्रज्ञाने बेल्जियमच्या बोलोन्या विद्यापीठात प्रयोग करताना बेडकांच्या पायातील स्नायूंना धातूंचा स्पर्श केला, तेव्हा ते आकुंचन पावतात असे दिसून आले. हा प्रकार म्हणजे वास्तविक प्रवाही विजेचा शोध होता. परंतु गॅलव्हानीचे प्राण्यांच्या शरीरासंबंधीच्या अभ्यासात जास्त



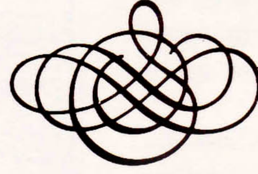
अॅलेस्सँड्रो व्होल्टा याने विद्युत् निर्माण करण्यासाठी प्राण्यांची जरूरी नसते असे दाखवून दिले. दोन भिन्न धातूंचे विद्युत् अग्र एकमेकांना तारेने जोडून एखाद्या द्रावणात बुडविल्यास विद्युत् प्रवाह निर्माण होतो असे त्याने दाखविले. व्होल्टाने चित्रात दाखविलेली पहिली विजेरी (बॅटरी) अशा प्रकारे तयार केली. त्याच्या विजेरीत चांदी आणि जस्त यांच्या पट्टिका असून त्या एकमेकांपासून पाण्यात भिजविलेल्या कापडी बोळ्यांनी अलग केलेल्या होत्या. पाण्यातून विजेचा प्रवाह नेल्यास पाण्याचे पृथ्थकरण होते असा व्होल्टाने शोध लावला. याच प्रक्रियेला विद्युत्-विच्छेदन असे म्हणतात.

लक्ष असल्यामुळे त्याने ह्या प्रकाराला 'प्राणिज विद्युत्' असे नाव दिले. विजेचा प्रवाह कोणत्या दिशेने आणि कसा वाहतो यासंबंधीचे संशोधन आन्द्रे अॅम्पिअर (१७७५–१८३६), गॉस (१७७७–१८५५) आणि ओह्‌म (१७८७–१८५४) यांनी केले अशा प्रकारच्या विविध प्रयोगांमधून अॅलेस्सँड्रो व्होल्टा (इ.स. १७४५–१८२७) याने स्फूर्ती घेऊन वीज निर्माण करणारा घट तयार केला. व्होल्टाने तयार केलेले घट सर्वत्र लोकप्रिय झाले. त्याच्या नावावरूनच विजेच्या दाबाच्या परिमाणाला 'व्होल्ट' हे नाव दिले गेले. व्होल्टाने तयार केलेल्या विद्युत्-घटांचा वापर प्रामुख्याने वैद्यकशास्त्रातील लोकांनी केला. सुरवातीच्या काळात हे घट महाग होते. पुढे हंफ्री डेव्ही (इ.स. १७७८–१८२९) यांनी सोडिअम आणि पोटॅशिअम या धातूंचा शोध लावल्यामुळे विद्युत् घट अधिक सुटसुटीत आणि स्वस्त झाले. विजेचा आणि चुंबकत्वाचा संबंध प्रस्थापित होण्यास वेळ लागला. हा संबंध दर्शविणारा शास्त्रज्ञ म्हणजे मायकेल फॅरॅडे.



सोडिअम, पोटॅशिअम, कॅलशिअम, स्ट्रॉन्शिअम, बेरिअम आणि मॅग्नेशियम यांसारखी मूलद्रव्ये ओळखण्यासाठी हम्फ्रे डेव्ही याने विद्युत्-विच्छेदन क्रियेचा वापर केला. तो जेव्हा पॅरीसला (सहाय्यक म्हणून आलेल्या फॅरॅडेबरोबर) गेला तेव्हा त्याने तेथे सागरी शैवालापासून मिळविलेल्या एका नव्या मूलद्रव्याचा—आयोडिनचा—शोध लावला.

फॅरॅडेच्या संशोधनाचे महत्त्व समजण्यासाठी त्यावेळच्या राजकीय आणि सामाजिक परिस्थितीची थोडक्यात जाणीव करून घेणे आवश्यक आहे. औद्योगिक क्रांतीचा आरंभ इंग्लंडमध्ये १७८०–९० या दशकात झाला. वाफेवर चालणारी यंत्रे तयार झाली. त्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर कापड तयार करणाऱ्या गिरण्या सुरू झाल्या. वाफेच्या इंजिनांवर चालणारी वाहने (बोटी, आगगाड्या) चालू झाली. त्यामुळे दळणवळणातही क्रांती झाली. या सर्वांना कारणीभूत विज्ञान होते. विज्ञान आता लोकांपर्यंत येऊन पोहोचले होते आणि त्यामुळेच विज्ञानाच्या विविध क्षेत्रांत नेत्रदीपक प्रगती झाली. अशा काळात विजेला प्रत्यक्ष व्यवहारात आणणारा म्हणून मायकेल फॅरॅडेचे महत्त्व अनन्यसाधारण आहे. त्याचा जीवनवृत्तांत पाहून आपण ह्या महान शास्त्रज्ञाची ओळख करून घेऊ या.

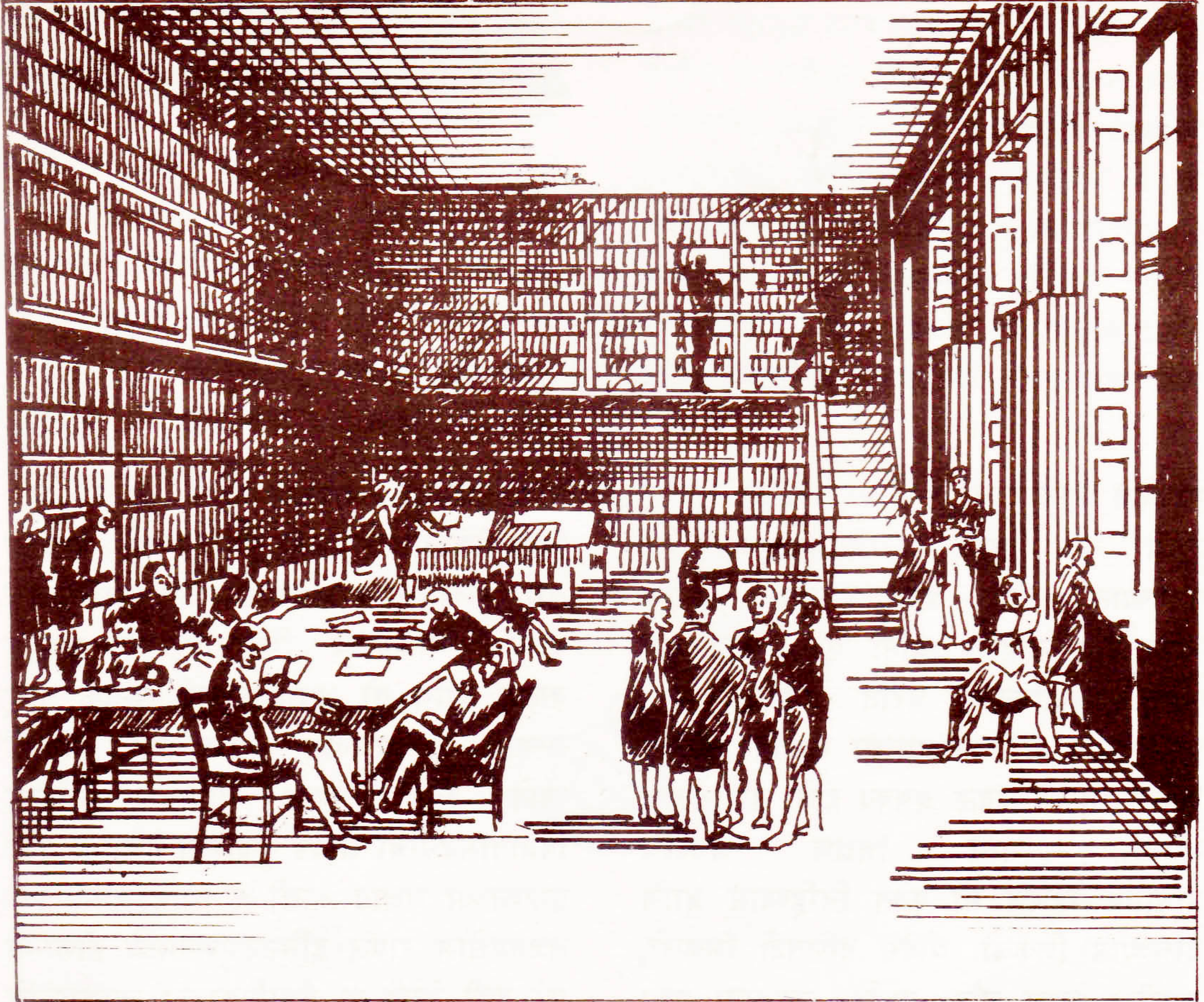


२. फॅरॅडेचे जीवन

मायकेल फॅरॅडे याचा जन्म २२ सप्टेंबर १७९१ रोजी न्यू विंग्टन (लंडनजवळच्या सरे परगण्यात) येथे झाला. त्याचे वडील व्यवसायाने लोहार. त्यांना एकूण दहा मुले झाली. साहजिकच घरात दारिद्य. अशा परिस्थितीत फॅरॅडेला एखाद्या मान्यवर संस्थेत शिक्षण मिळणे केवळ अशक्य होते. तो स्वतःच म्हणतो, 'माझे शिक्षण अगदीच प्राथमिक–म्हणजे मी फक्त लिहिण्यास आणि वाचण्यास शिकलो. थोडेसे गणितही शिकलो, मायकेल केवळ चौदा वर्षांचा असताना एका स्थानिक पुस्तकविक्रेत्याच्या दुकानात निरोप्या, वर्तमानपत्र टाकणारा पोऱ्या म्हणून कामास लागला. पुढे त्याच्या मालकाने मायकेलला पुस्तक-बांधणीच्या कामावर नेमले. ही घटना त्याच्या आयुष्यात फार महत्त्वाची ठरली. कारण हे काम करताना त्याला अनेक पुस्तके वाचावयास मिळाली. एवढेच नव्हे तर त्याला पुस्तके वाचण्याचा नादच लागला. (त्याने बांधलेली पुस्तके अद्यापही पाहण्यास मिळतात.)

वाचनाच्या ओघात त्याने 'ब्रिटॅनिका' विश्वकोशातील विद्युत्‌शास्त्राबद्दलची माहिती आणि लव्हाशिएचे रसायनशास्त्राचे पाठ्यपुस्तक वाचले. मायकेलचे विज्ञानाबद्दलचे कुतूहल वाढले आणि तो अधाशासारखी पुस्तके वाचू लागला. या वाचनात आलेले काही प्रयोगही त्याने स्वतः करून पाहिले. फॅरॅडेची विज्ञानासंबंधीची आवड दुकानात येणाऱ्या एका ग्राहकाच्या लक्षात आली व त्याने मायकेलला लंडनमधील रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्ये होणाऱ्या सर हंफ्री डेव्ही या वैज्ञानिकाच्या व्याख्यानांचे तिकिट दिले. फॅरॅडेने व्याख्यानांची तपशीलवार टिपणे तयार केली. रंगीत आकृत्या काढल्या. टिपणांचे ३८६ पानांचे हस्तलिखित फॅरॅडेने प्रथम रॉयल सोसायटीचे अध्यक्ष बँक्स ह्यांच्याकडे पाठविले. परंतु त्यांच्याकडून कोणताच प्रतिसाद न आल्याने त्याने आपली आणखी हस्तलिखिते खुद्द डेव्हीकडे पाठविली.

स्वतः डेव्हीला फॅरॅडेची हस्तलिखिते फार आवडली. आपल्या व्याख्यानांचा हा संगतवार व अचूक वृत्तांत पाहून त्याला फार आनंद



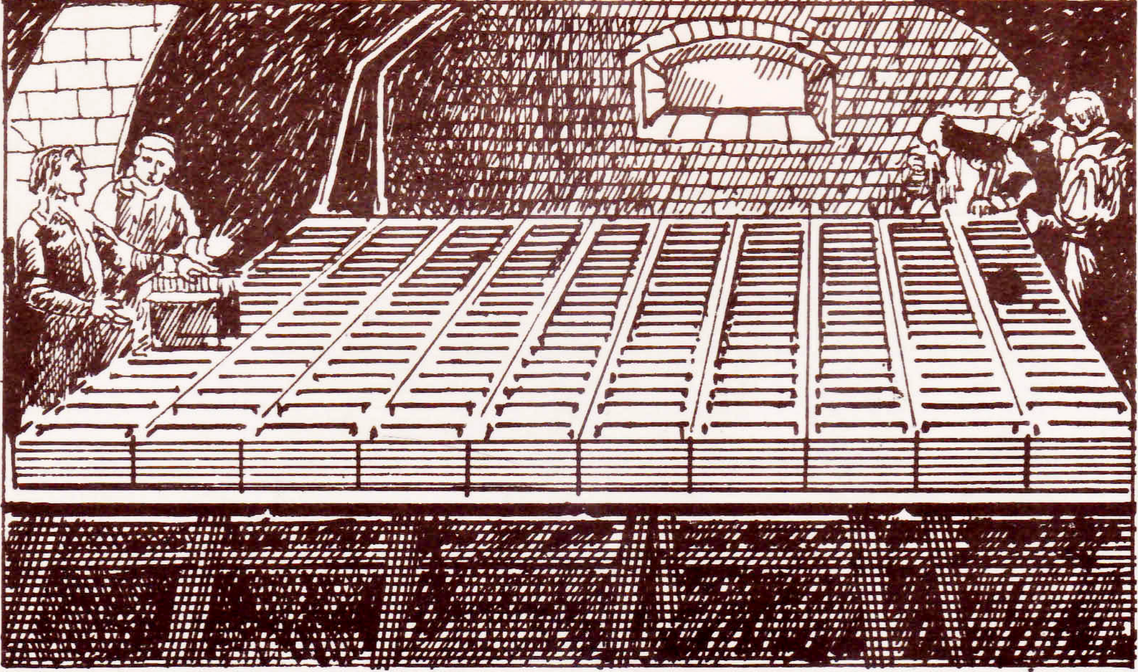
उपयोजित विज्ञानाचा प्रसार करण्यासाठी १७९९मध्ये दि रॉयल इन्स्टिटयूशनची स्थापना झाली. या संस्थेत एक प्रयोग शाळा, एक सभागृह आणि एक ग्रंथालय (चित्रात दाखविलेले) बांधण्यात आले होते. रॉयल इन्स्टिटयूशन आणि रॉयल सोसायटी ह्या वेगवेगळया संस्था होत्या. रॉयल सोसायटीची स्थापना एक शतक आधी, म्हणजे न्यूटनच्या काळात झाली.

झाला. फॅरॅडेने हस्तलिखिते पाठविताना डेव्हीकडे नोकरीसाठीही अर्ज केला होता. डेव्हीने काही काळाने रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्ये फॅरॅडेला नोकरीसाठी बोलाविले. त्यावेळी रॉयल इन्स्टिटयूटशनचे एक विश्वस्त डेव्हीला म्हणाले, 'त्याला बाटल्या धुण्यास सांग. तो जर हे काम करण्यास तयार असेल तरच तो तुझ्या उपयोगी पडेल. नाहीतर हा मुलगा कामाचा नाही.' १८१३मध्ये फॅरॅडेने ही नोकरी स्वीकारली. पुस्तकबांधणीच्या दुकानात मिळणाऱ्या पगारापेक्षा डेव्हींकडचा पगार कमी होता तरी फॅरॅडेने ही नोकरी पत्करली. कारण त्याला विज्ञानाच्या क्षेत्रात वावर करावयाचा होता.

१८१३ आणि १४ ही दोन वर्षे डेव्ही



फॅरॅडे आपला बहुतांश वेळ, डेव्हीचा सहाय्यक म्हणून रॉयल इन्स्टिटयूशनच्या प्रयोगशाळेत, घालवित असे. रसायनांच्या बाटल्या आणि उजव्या बाजूस दिसणारी विद्युत् उपकरणे यांच्या गराड्यात तो असे.



१८०७मध्ये ही प्रचंड विजेरी रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्ये बांधण्यात आली होती. फॅरॅडे आणि डेव्ही हे दोघेही या विजेरीचा वापर त्यांच्या विद्युत्-रासायनिक प्रयोगांसाठी करीत असत.

युरोपच्या दौऱ्यावर गेला होता. त्याने फॅरॅडेला आपल्याबरोबर घेतले. दौऱ्यात फॅरॅडे नोकराचे काम करीत होता. पण त्याचबरोबर त्याला युरोपमधील अनेक श्रेष्ठ वैज्ञानिक व पुढारी यांना भेटावयास मिळाले. खुद्द नेपोलियनलाही फॅरॅडेने दुरूनच का होईना पण पाहिले होते. प्रवासात फॅरॅडेला व्होल्टा आणि व्हॉक्लिन (इ.स. १७६३–१८२९) यांसारख्या वैज्ञानिकांना भेटण्याची संधी मिळाली.

इंग्लंडमध्ये परत आल्यावर फॅरॅडेने डेव्हीच्या प्रयोगशाळेत अथक परिश्रम केले. डेव्हीला हा मुलगा फारच हुशार आहे याची जाणीव झाली. कदाचित तो आपल्यापेक्षाही वरचढ होईल अशी भावना झाल्यावर डेव्ही फॅरॅडेचा हळूहळू मनातून द्वेष करू लागला. विशेषत: डेव्हीने खाणीत वापरण्यासाठी जो 'सेफ्टी लॅम्प' तयार केला होता त्यांतील काही दोष फॅरॅडेने दाखवून दिल्यावर द्वेषाची भावना अधिक दृढ झाली.

फॅरॅडेने प्रथम शून्य फॅरेनहाइट तपमानाच्याही खालचे तपमान निर्माण करण्यात यश मिळवून वायूंचे द्रवीकरण करण्याची कल्पना साकार केली. यासंबंधीचा वृत्तांत देताना फॅरॅडेने डेव्हीच्या कार्याचा योग्य तो उल्लेख केला नाही असा डेव्हीने समज करून घेतला. संघर्षातले हे पुढचे पाऊल.

फॅरॅडेने विद्युत् आणि चुंबक बलांचा वापर करून यांत्रिक हालचाल उत्पन्न करता येते हे दाखविल्यावर डेव्हीचा द्वेष उघडपणे प्रकट

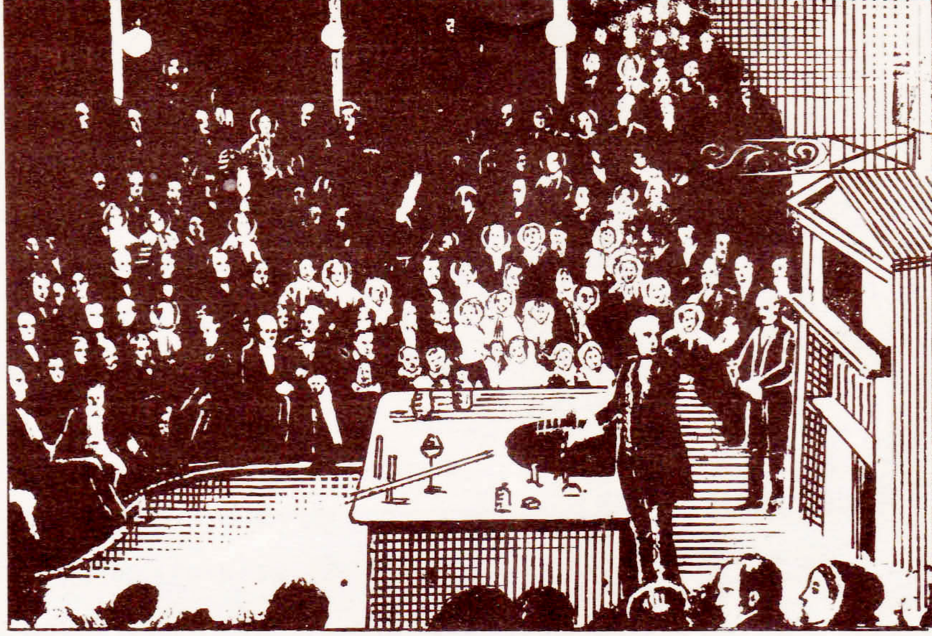


सर हम्फ्रे डेव्ही हा त्याने तयार केलेल्या सुरक्षित दिव्यामुळे प्रसिद्धीस आला. या चित्रात तो खाणकामगारांना दिवा कसा वापरावा याचे प्रात्यक्षिक दाखविताना दिसत आहे. खाणीतल्या वायूंचा स्फोट होऊ नये म्हणून या दिव्याच्या वातीभोवती तारेची जाळी (गॉझ) बसविण्यात आली होती.

झाला. डेव्हीचे म्हणणे असे होते की, या प्रयोगाची मूळ कल्पना तो आणि वॉलस्टन यांच्यात झालेल्या संभाषणात फॅरॅडेने चोरून ऐकली. आणि मग फॅरॅडेने आपले प्रयोग केले. फॅरॅडेने संभाषण ऐकल्याचे मान्य केले. परंतु तो म्हणाला की, 'या संभाषणामुळे माझे लक्ष प्रयोगाकडे गेले एवढेच; मी जी मांडणी केली आहे ती पूर्णपणे स्वतंत्र आहे.' खरे म्हणजे डेव्ही आणि वॉलस्टन यांच्या कल्पनांमधील प्रयोग फसले होते. त्यामुळे डेव्हीला अतिशय राग आला होता आणि म्हणूनच त्याने आपला द्वेष जाहीरपणे प्रगट केला.

१८२४ मध्ये रॉयल सोसायटीच्या सभासदत्वा-साठी जेव्हा निवडणूक झाली त्यावेळी डेव्हीने फॅरॅडेविरुद्ध मत देऊन आपला द्वेष प्रकट केला. तरीसुद्धा, फॅरॅडेला रॉयल सोसायटीचे सभासदत्व मिळाले. १८२५ मध्ये रॉयल इन्स्टिटयूशनच्या प्रयोगशाळेचा मुख्य म्हणून त्याची नेमणूक झाली. दर शुक्रवारी रात्री विज्ञानावरची व्याख्याने रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्ये आयोजित करण्यास फॅरॅडेने १८२६ मध्ये सुरुवात केली. व्याख्यानांची ही परंपरा आजही चालू आहे. त्याच्याच पुढल्या वर्षी (१८२७) फॅरॅडेने मुलांसाठी म्हणून खास व्याख्याने नाताळच्या सुटीत आयोजित केली.

शाळेत शिक्षण न घेतलेला, कोणतीही पदवी नसलेला मायकेल फॅरॅडे १८३३ मध्ये रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्येच रसायनशास्त्राचा प्राध्यापक म्हणून नेमला गेला. फॅरॅडे धार्मिक प्रवृत्तीचा होता. १८२१ मध्ये त्याने सारा बानार्ड हिच्याशी विवाह केला होता. तो आणि त्याची पत्नी हे दोघे सॅन्डेमॅनिअन्स या धार्मिक पंथाचे होते. त्या पंथाच्या सभासदाने कोणतेही दान स्वीकारावयाचे नाही असा नियम होता. फॅरॅडेला आयुष्यात अनेक वेळा सन्मान किंवा भरघोस पगाराच्या नोकऱ्यासाठी बोलाविण्यात आले होते, पण फॅरॅडेने त्यांचा स्वीकार केला नाही. परंतु रॉयल सोसायटीचे सभासदत्व आपल्याला मिळाले पाहिजे अशी त्याची भावना होती. म्हणूनच त्याने १८२४मध्ये सभासदत्व स्वीकारले. पण त्याला रॉयल सोसायटीचे देऊ



लहान मुलांना विज्ञान शिकविलेच पाहिजे असे फॅरॅडेचे ठाम मत होते (त्या काळात मुलांना विज्ञान शिकवित नसत). नाताळच्या सणाच्या वेळी रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्ये मुलांना व्याख्यान देणारा फॅरॅडे चित्रात दिसत आहे. आजही अशा प्रकारची व्याख्याने दिली जातात. 'मेणबत्तीचा रासायनिक इतिहास' ह्या नावाचे फॅरॅडेचे एक लोकप्रिय पुस्तक प्रसिद्ध आहे. हे पुस्तक त्याने दिलेल्या व्याख्यानातूनच तयार झाले.



सारा आणि मायकेल फॅरॅडे

केलेले अध्यक्षपद १८५७मध्ये त्याने नाकारले. त्याशिवाय त्याने राणीने दिलेली सन्मानाची 'नाईट' ही पदवी घेण्यासही संमती दिली नाही. फॅरॅडेला आपण साधासुधा वैज्ञानिक राहावे असेच वाटत असे.

१८४४मध्ये फॅरॅडे आमंत्रणावरून व्हिक्टोरिया राणीकडे भोजनास गेला होता. या प्रकारात त्या दिवशी तो चर्चमध्ये हजर राहू शकला नाही. त्याच्या धर्मपंथीयांनी त्याच्यावर बहिष्कार टाकला. ही शिक्षा काही काळ भोगल्यावर फॅरॅडेला पंथात पुन्हा प्रवेश मिळाला.

१८३९मध्ये फॅरॅडे मानसिक थकव्याने आजारी पडला. त्याच्या पत्नीने त्याची खूप शुश्रूषा केली. विश्रांतीसाठी काही महिने तिने फॅरॅडेला स्वित्झर्लंडमध्येही नेले होते. या आजारातून फॅरॅडे पूर्णपणे कधीच बरा झाला नाही. १८५८मध्ये व्हिक्टोरिया राणीने दिलेल्या घरात तो राहण्यास गेला. अखेरीस २५ ऑगस्ट १८६७ रोजी त्याचे देहावसन झाले. त्याचे दफन लंडनच्या हायगेट सेमेट्रीत करण्यात आले.



१८६३ मधील फॅरॅडे.

फॅरॅडे

जीवनालेख

इ.सन

१७९१ : २७ सप्टेंबर–जन्म

१८०५ : पुस्तक बांधणीच्या दुकानात नोकरी

१८१२ : सर हम्फ्रे डेव्हीची व्याख्याने ऐकली

१८१३ : रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्ये नोकरी

१८१३–१४ : डेव्हीबरोबर युरोपची सफर

१८२१ : सारा बर्नार्डबरोबर विवाह

१८२४ : रॉयल सोसायटीचे सभासदत्व

१८२५ : रॉयल इन्स्टिटयूशनच्या प्रयोगशाळेचा संचालक

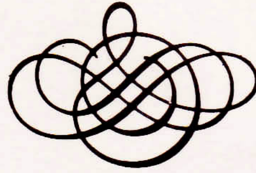
१८२६ : शुक्रवार रात्रीच्या व्याख्यानमालेची सुरवात

१८२७ : मुलांसाठी नाताळातील व्याख्यानांचे आयोजन

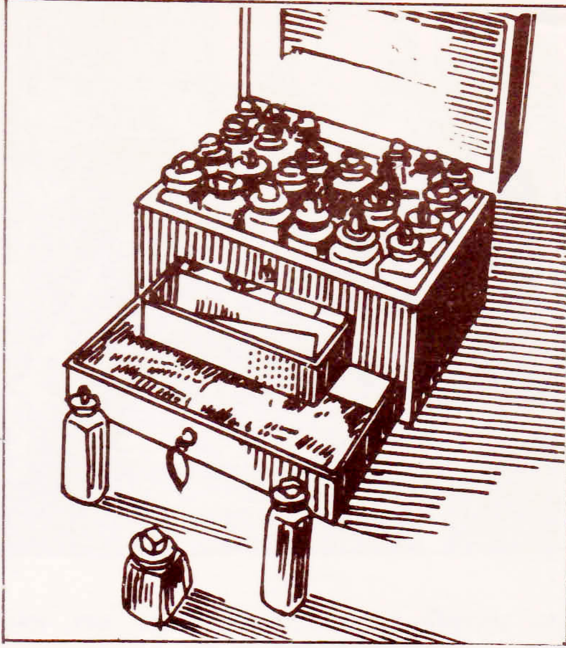
१८३३ : रॉयल इन्स्टिटयूशनमध्ये रसायनशास्त्राचा प्राध्यापक

१८४१ : दीर्घ मुदतीचा मानसिक आजार

१८६७ : २५ ऑगस्ट–मृत्यू



३. फॅरॅडेचे कार्य



फॅरॅडे त्याला लागणारी महत्त्वाची रसायने या पेटीत ठेवीत असे.

गरीब कुटुंबात जन्माला आलेल्या मायकेल फॅरॅडेने जीवनात कधीही श्रीमंतीच्या किंवा सुखाच्या परिस्थितीकडे संधी मिळूनही ढुंकून पाहिले नाही. तो अत्यंत चिकाटीने आणि जिद्दीने आपल्या आवडत्या विषयात सतत संशोधन करीत राहिला. फॅरॅडेने प्रथम आपल्या बुद्धीची चमक १८२३मध्ये दाखविली. त्याने कार्बन डायॉक्साइड (CO_2), हैड्रोजन सल्फाईड (H_2S), हैड्रोजन ब्रोमाईड (H_2Br_2) आणि क्लोरिन (Cl) या वायूंचे दाबाखाली द्रवीकरण करून दाखविले. प्रयोगशाळेत त्याने फॅरेनहाईट तपमापकाच्या शून्य अंशाखालचे तपमान प्रथम निर्माण करून दाखविले. सेंद्रीय-रसायनशास्त्रात फॅरॅडेने १८२५मध्ये बेन्झिन या संयुगाचा शोध लावला.

विद्युत्‌रसायनशास्त्रातील कार्य

फॅरॅडेला रसायनशास्त्राप्रमाणे भौतिकशास्त्रातील चुंबकत्व आणि विद्युत् या शाखांमध्येही विशेष रस होता. त्याने डेव्हीला त्याच्या विद्युत्-रसायनशास्त्र या शाखेतील प्रयोगांमध्ये साहाय्य केले. खनिजांच्या द्रावणांमधून विजेचा प्रवाह सोडून डेव्हीने अनेक नवी खनिजे तयार केली होती. या प्रक्रियेला फॅरॅडेने 'विद्युत्‌विच्छेदन' असे नाव दिले. या संबंधात फॅरॅडेने निश्चित केलेली नावे आजही प्रचलित आहेत. ती अशी : ज्या द्रवातून विजेचा प्रवाह जातो त्या द्रवाला विद्युत्‌विच्छेद्य; द्रवात बुडविलेल्या खनिजाच्या तुकड्यांना विद्युतअग्र; धनाग्र व ऋणाग्र म्हणजेच धन आणि ऋण अग्रे. विद्युत्‌विच्छेदनासंबंधीचे दोन नियम फॅरॅडेने मांडले. (ते इतरत्र दिले आहेत.) त्याशिवाय विद्युत्‌विच्छेदनाने एक ग्रॅम-सममूल्य पदार्थ मिळविण्यासाठी लागणाऱ्या विद्युत्‌भाराला 'फॅरॅडे' असे नाव दिले आहे. (त्यालाच फॅरॅडे-स्थिरांक असे म्हणतात.)

फॅरॅडेचे विद्युत्-विच्छेदनाचे नियम :

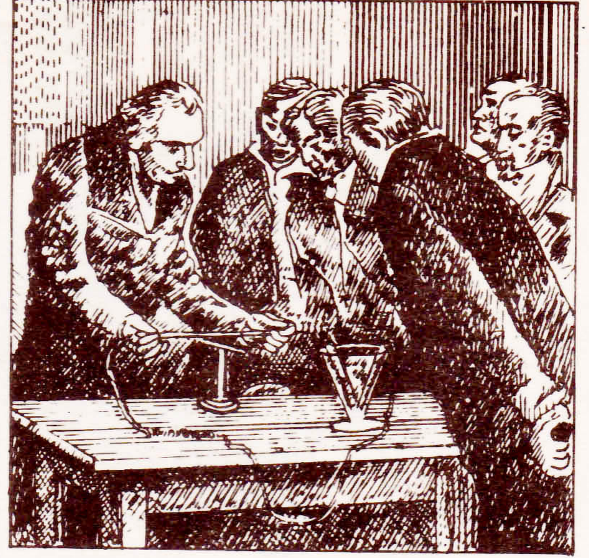
पहिला नियम : विद्युत्-विच्छेदनात जेवढी विद्युत्-राशि वापरली जाते तिच्याशी घडून येणाऱ्या रासायनिक रूपांतराचे प्रमाण सम असते.

दुसरा नियम : दिलेल्या विद्युत्-राशीच्या वापराने, जेव्हा निरनिराळे पदार्थ सुटे होतात किंवा ऋणाग्रावर जमतात, तेव्हा रासायनिक सममूल्यभाराशी त्यांचे प्रमाण सम असते.

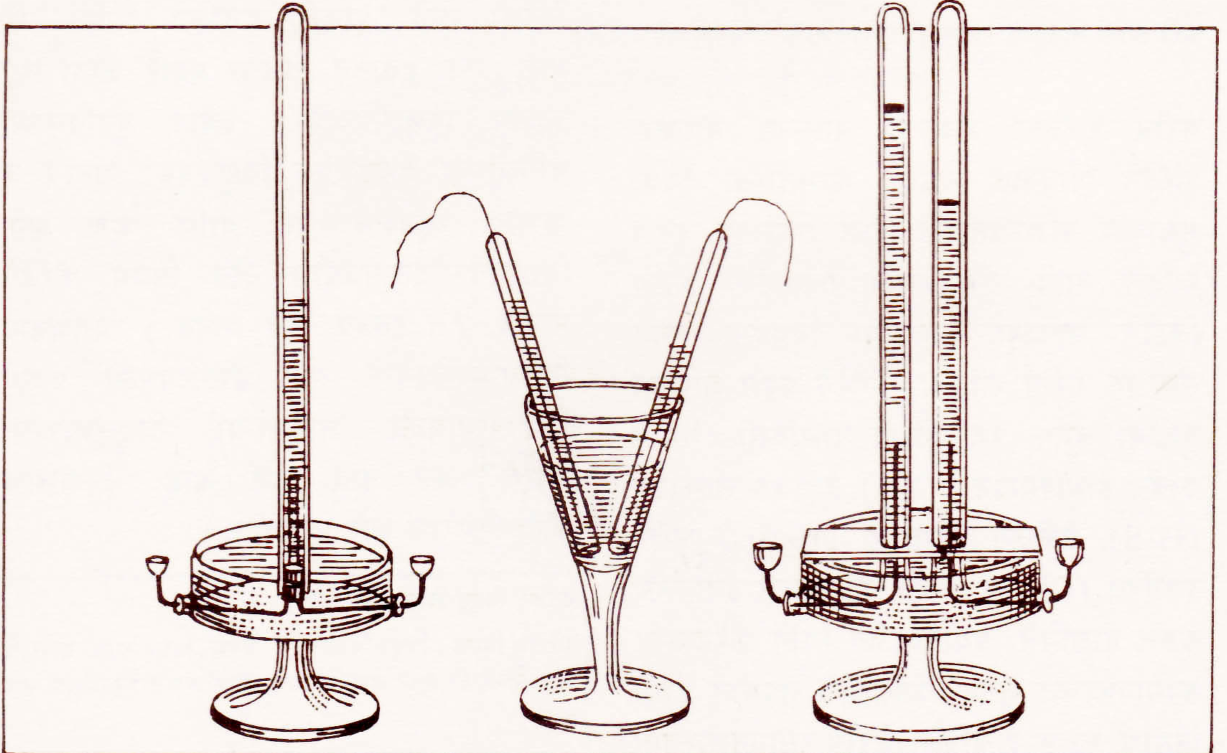
विद्युत्चुंबकत्वाचे प्रयोग

१८१९मध्ये डेन्मार्कमधील हान्स अरस्टेड (इ.स. १७७७–१८५१) या शास्त्रज्ञाने विजेचा प्रवाह वाहून नेणाऱ्या तारेजवळ होकायंत्र आणल्यास त्यातील सूची प्रवाहाच्या काटकोनात हलते असे दाखविले होते. ह्या प्रयोगांमुळे फॅरॅडे विद्युत्चुंबकत्वाच्या क्षेत्राकडे आकर्षिला गेला. त्याने प्रयोग करण्यास सुरवात केली.

१८२१मध्ये फॅरॅडेने विद्युत्चुंबकत्वाच्या इतिहासाची रूपरेषा प्रसिद्ध केली. त्यात फॅरॅडेने वीज वाहून नेणाऱ्या तारेभोवती चुंबकसूची फिरविली असता तिचा एक ध्रुव एका वर्तुळात फिरतो आणि प्रवाह बंद केल्यावर चुंबकसूची



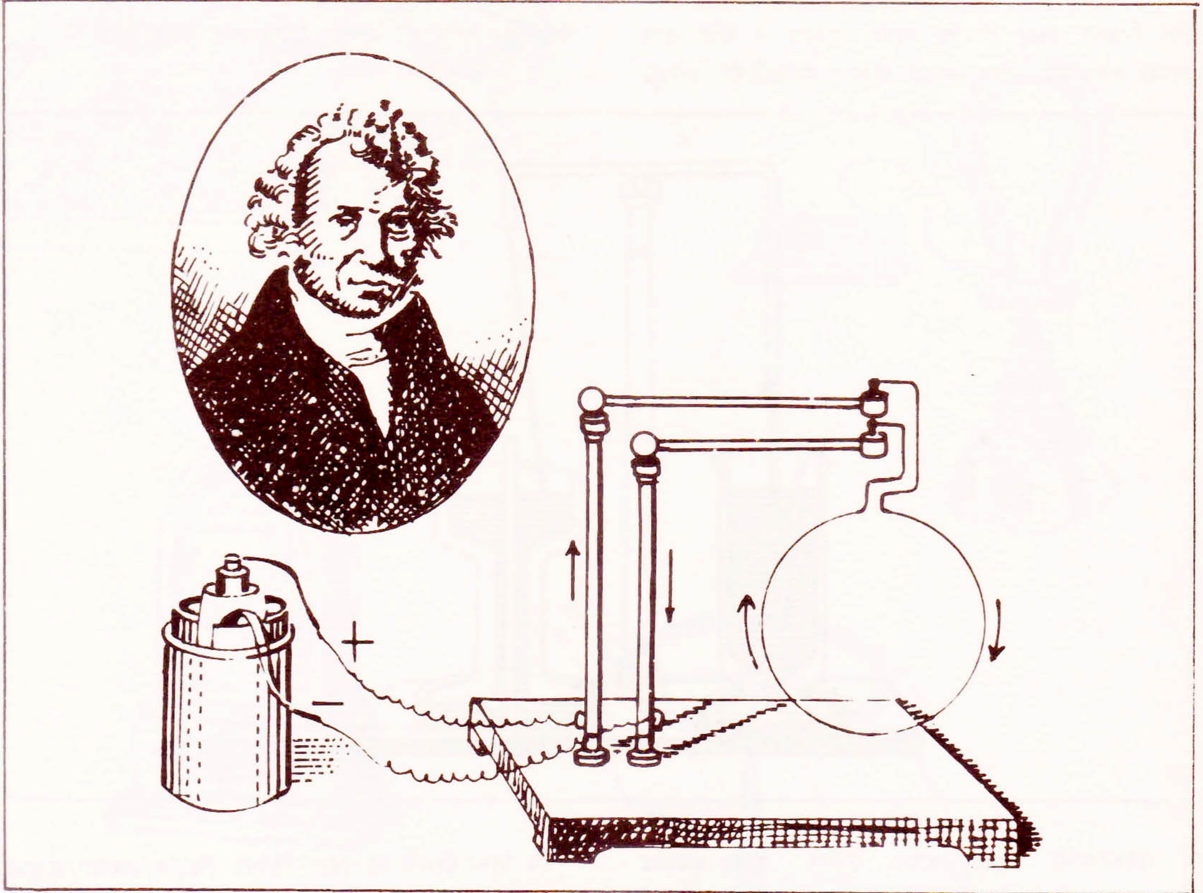
हॅन्स ओरस्टेडने विजेचा प्रवाह होकायंत्रातील चुंबक सूचीचे विचलन करतो असे दाखविले होते.



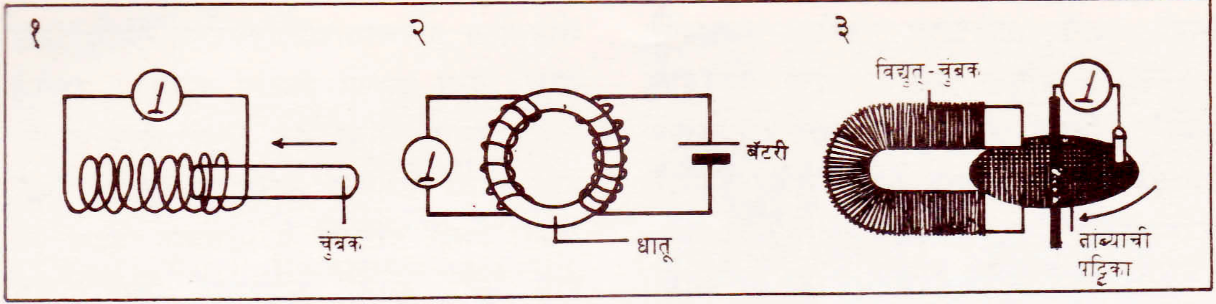
पाणी आणि रासायनिक द्राव यांचे विद्युत्-विच्छेदन करण्यासाठी फॅरॅडे हे उपकरण वापरीत असे. विच्छेदनातून निष्पन्न होणारे वायू नलिकांच्या टोकावर जमतात. विद्युत्-विच्छेदनाच्या फॅरॅडेच्या दुसऱ्या नियमानुसार प्रत्येक वायुची जमणारी राशी भिन्न असते. उदा. पाण्यातील (H_2O), प्रत्येक एक ग्रॅम हैड्रोजन बरोबर ८ ग्रॅम ऑक्सिजन मुक्त होतो.

थांबते असे प्रतिपादन केले. त्याचवर्षी (१८२१) प्रसिद्ध केलेल्या एका निबंधात फॅरॅडेने विद्युत् चलित्राचे तत्व– म्हणजे विद्युत्प्रेरणेचे यांत्रिक प्रेरणेत रूपांतर करण्यासंबंधीचे तत्त्व मांडले.

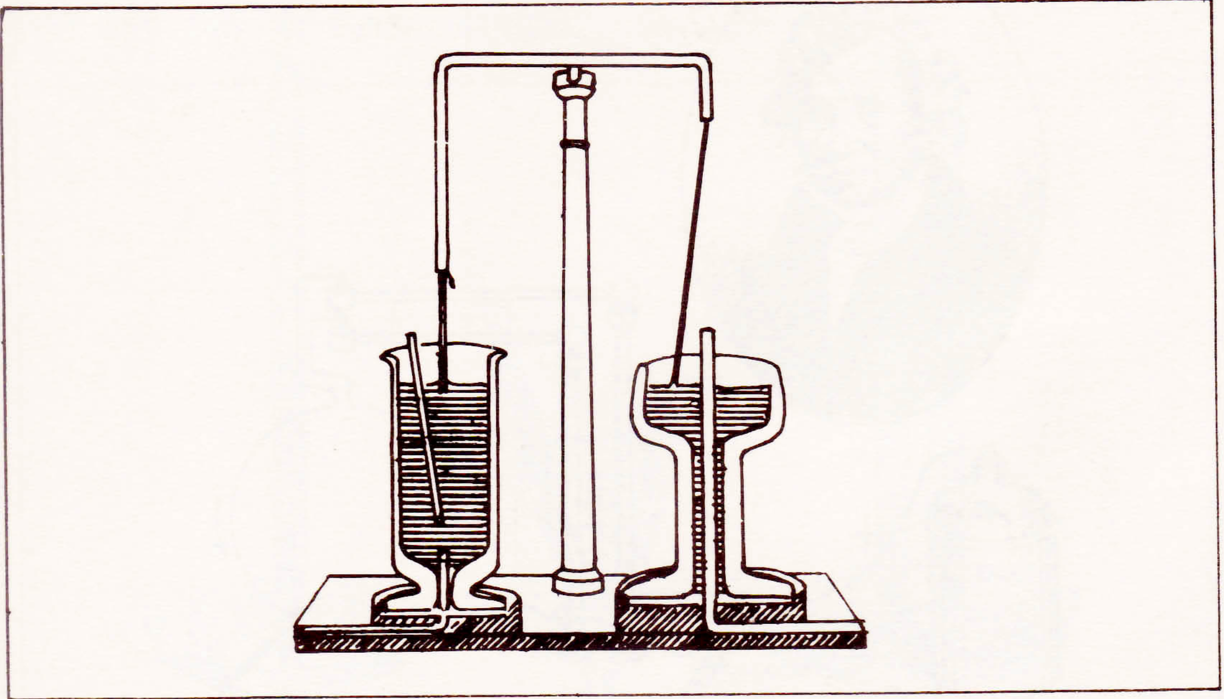
१८३१मध्ये फॅरॅडेने विद्युत्चुंबकीय प्रवर्तनाचा शोध लावला. प्रवर्तनाचा अर्थ असा की, चुंबकीय क्षेत्राच्या तीव्रतेत बदल केल्यास विद्युत्मंडलात प्रवाह वाहण्यास कारणीभूत होणारी प्रेरणा निर्माण होते. म्हणजेच फॅरॅडेने अरस्टेडच्या शोधातील परिणामाच्या उलट परिणाम सिद्ध केला. किंवा दुसऱ्या शब्दांत, चुंबकीय प्रेरणेचे विद्युत्प्रेरणेत रूपांतर केले. स्थिर चुंबकाभोवती वीज वाहून नेणाऱ्या तारेचे वेटोळे फिरविले असता किंवा तारेच्या वेटोळ्यातून चुंबक पुढे-मागे नेला असता वेटोळ्यात विद्युत्चालक प्रेरणा निर्माण होते. म्हणजेच चुंबक आणि वेटोळे यांत सापेक्ष गती असली तरच विद्युत्चालक प्रेरणा निर्माण होते, असे फॅरॅडेने सिद्ध केले.



विजेचा प्रवाह वाहून नेणाऱ्या वाहकांमध्ये जे बल निर्माण होते त्याचा अभ्यास आंद्रे मारी ॲम्पिअर (१७७५–१८३६) या फ्रेंच गणिती वैज्ञानिकाने केला. तारेच्या वेटोळ्यातून विजेचा प्रवाह नेल्यास जे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते त्याचे प्रयोग करताना या चित्रात तो दिसत आहे. विद्युत् प्रवाहाचे एकक ॲम्पिअर हे त्याच्या नावाचेच एकक आहे.



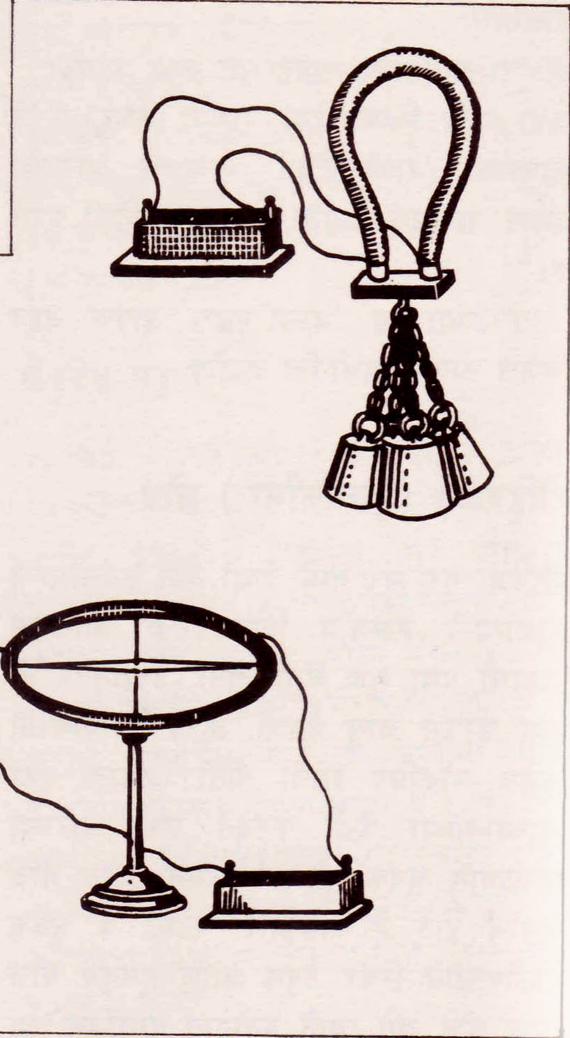
१८३१ मध्ये फॅरॅडने जे प्रयोग केले, त्यांतून विद्युत्-चुंबकीय प्रवर्तनाचा शोध लागला. विद्युत्-चुंबकीय प्रवर्तनाचा अर्थ असा की, चुंबकीय क्षेत्रात बदल झाल्यास सभोवतालच्या तारेत विद्युत्प्रवाह निर्माण होतो. वृत्तचितीच्या आकाराचा चुंबक आणि तारेचे वेटोळे यांच्या साहाय्याने फॅरॅडेने हे दाखवून दिले. (आकृति १ पहा). तारेच्या वेटोळ्यात जेव्हा चुंबक ठेवला तेव्हा तारेत विजेचा प्रवाह निर्माण झाला. आकृति २ मध्ये एका धातूच्या कड्यांच्या परस्पर-विरुद्ध बाजूंवर गुंडाळलेली निरोधन वेष्टन असलेली तार दिसत आहे. जेव्हा एका तारेतून विद्युत्प्रवाह पाठविला जातो तेव्हा विरुद्धच्या बाजूकडील तारेतही विद्युत् प्रवाह प्रवर्तनाने निर्माण होतो. फॅरॅडेच्या तिसऱ्या प्रयोगातून जनित्राची निर्मिती झाली (आकृति ३). घोड्याच्या नालाच्या आकाराच्या चुंबकाच्या दोन ध्रुवांमध्ये जेव्हा एखादी तांब्याची पट्टिका फिरविली जाते तेव्हा तिच्या केंद्रापासून परीघाकडे जाणारा विद्युतप्रवाह निर्माण होतो.

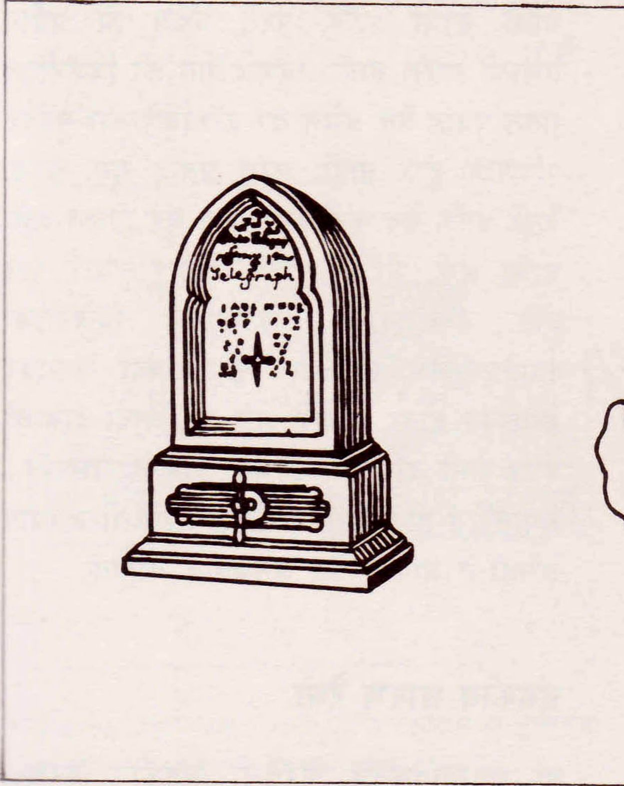


या उपकरणाचा वापर करून फॅरॅडेने, विद्युत्-चुंबकीय परिणामांमुळे गती निर्माण होते असे दाखवून दिले. डाव्या बाजूला पाऱ्यात ठेवलेला एक दंडाकृती चुंबक आहे. पाऱ्यात बुडविलेली तार घट्ट बसविली आहे. या तारेतून विजेचा प्रवाह गेला म्हणजे चुंबक तिच्याभोवती गोलाकार फिरतो. चित्रात उजव्या बाजूला चुंबक एकाजागी पक्का बसविला आहे आणि त्याच्याभोवती तार फिरते.



जोसेफ हेन्री—गणिताचा एक अमेरिकन प्राध्यापक. याने आणि फॅरॅडेने विद्युत् प्रवर्तनाचा शोध एकाच वेळी स्वतंत्रपणे लावला. परंतु फॅरॅडेने आपले संशोधन प्रथम प्रसिद्ध केल्यामुळे प्रवर्तनाचे जनकत्व फॅरॅडेला दिले जाते. हेन्रीने विद्युत्-चुंबकत्वाचा अभ्यास केला. त्यातूनच त्याला तारायंत्राचा शोध लागला आणि शक्तिशाली विद्युत्चुंबकांच्या साहाय्याने वजने उचलता येतात हे दाखविता आले.





फॅरॅडेने त्यानंतर पुढचे उद्दिष्ट गाठले. घोड्याच्या नालाच्या आकाराच्या चुंबकाच्या दोन टोकांदरम्यान धातूची एखादी तबकडी फिरत ठेवल्यास तबकडीच्या मध्यापासून कडेपर्यंत सतत विजेचा प्रवाह निर्माण होतो. फॅरॅडेचे हे पहिले जनित्र. अशा प्रकारे, वीज घरात आणणारे पहिले यंत्र फॅरॅडेने तयार केले.

व्हिक्टोरिया राणीने एक दिवस फॅरॅडेच्या प्रयोगशाळेला भेट दिली. फॅरॅडेने राणीला आपले विद्युत्चुंबकीय प्रवर्तनाचे प्रयोग दाखविले.

'या प्रयोगांचा व्यवहारात काय उपयोग?' असा प्रश्न व्हिक्टोरिया राणीने केला. फॅरॅडे म्हणाला, 'राणीसाहेब! जन्माला आलेल्या बालकाचा काय उपयोग, असा प्रश्न कोणी करतं का?'

फॅरॅडेच्या या 'बाळा'मुळेच आपण आज विजेचे फायदे उपभोगीत आहोत.

रोहित्राचा (ट्रान्सफॉर्मर) शोध

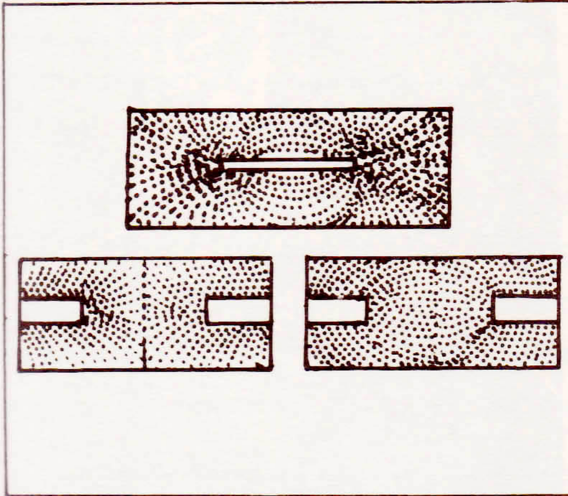
फॅरॅडेचा गुरू सर हम्फ्रे डेव्ही याने सर्वसामान्य लोकांसाठी शास्त्रीय विषयांवरची व्याख्याने देण्याची प्रथा सुरू केली होती. डेव्हीनंतर ही प्रथा फॅरॅडेने चालू ठेवली. फॅरॅडेची व्याख्याने विशेष लोकप्रिय झाली होती. अशाच एका व्याख्यानाच्या वेळी फॅरॅडेने एका तारेच्या वेटोळ्यात चुंबक पुढे-मागे करून तारेत वीज निर्माण होते हे दाखविले. वेटोळे व चुंबक आळीपाळीने स्थिर ठेवून आणि हलवून वीज तयार होते असे त्याने प्रयोगात दाखविले. या प्रयोगाचा निष्कर्ष असा होता की विद्युत्प्रवर्तन होत असते.

यानंतरचे प्रयोग विशेष महत्त्वाचे होते. फॅरॅडेने एक लोखंडाचे कडे घेतले. कड्याच्या एका बाजूला तारेचे वेढे दिले. तारेवर निरोधक आवरण होते. तारेला विजेरी जोडली. कड्याच्या विरुद्ध बाजूला फॅरॅडेने असेच आणखी एका तारेचे वेटोळे दिले. ही तार एका होकायंत्राच्या जवळ नेण्यात आली होती. फॅरॅडेची कल्पना अशी होती की, पहिल्या तारेतील विजेमुळे चुंबकीय क्षेत्र व परिणाम निर्माण होतील. हे चुंबकत्व लोखंडाच्या कड्यातून जाऊन दुसऱ्या बाजूच्या तारेत वीज निर्माण करेल. होकायंत्रातील सूची हलली तर दुसऱ्या बाजूच्या तारेत वीज निर्माण झाली यात्री खात्री पटेल. परंतु प्रथम हा प्रयोग यशस्वी झाला नाही. म्हणजे असे की विजेरीतून सतत प्रवाह येत असेल तर होकायंत्राच्या सुईवर परिणाम होत नाही. परंतु प्रवाह सुरू करते. वेळी आणि बंद करतेवेळी मात्र सुई हालत असे. याचा अर्थ, फॅरॅडेने पहिले रोहित्र तयार केले होते. विद्युत्दाब (व्होल्टेज) विजेरीच्या क्षमतेप्रमाणेच तारेच्या वेटोळ्यांच्या संख्येवर अवलंबून होता. म्हणजे असे की, जादा दाबाची वीज कमी दाबाच्या विजेत (किंवा उलटेही) रूपांतरित होत होती. रोहित्राचा किती उपयोग असतो हे आपण रोज अनुभवीत आहोत.

चुंबकीय धारण रेषा

या प्रयोगांवरूनच फॅरॅडेला चुंबकीय प्रेरण-

रेषांची कल्पना आली. त्याने एका कागदाखाली चुंबक ठेवून. कागदावर लोखंडाचा कीस पसरला. कागदाला थोडासा धक्का दिल्या-बरोबर लोखंडाच्या कणांनी एक आकृतीबंध तयार केला. कणांनी ज्या रेषा तयार केल्या त्यांना त्याने 'चुंबकीय प्रेरणांच्या रेषा' असे नाव दिले. चुंबकीय दृष्टचा सर्व पदार्थांचे 'समचुंबकीय पदार्थ' आणि 'प्रतिचुंबकीय पदार्थ' असे सर्वसामान्य वर्गीकरण फॅरॅडेने केले होते. त्यानुसार समचुंबकीय पदार्थ चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्यास त्यांचे चुंबकीकरण क्षेत्राच्या दिशेत होते, तर प्रतिचुंबकीय पदार्थांचे चुंबकी-करण प्रतिसमांतर (समांतर पण विरूद्ध) दिशेत होते. फॅरॅडेने अशीही कल्पना मांडली की, चुंबकाची ऊर्जा त्याच्या सभोवताली नसून खुद्द चुंबकातच असते. ही कल्पना पुढे जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल (इ.स. १८३१–१८७९) यांनी विकसित केली.



लोखंडाचा किस आणि कागद यांच्या साहाय्याने तुम्हीसुद्धा स्थायी चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्राचा अभ्यास करू शकता.

फॅरॅडे परिणाम

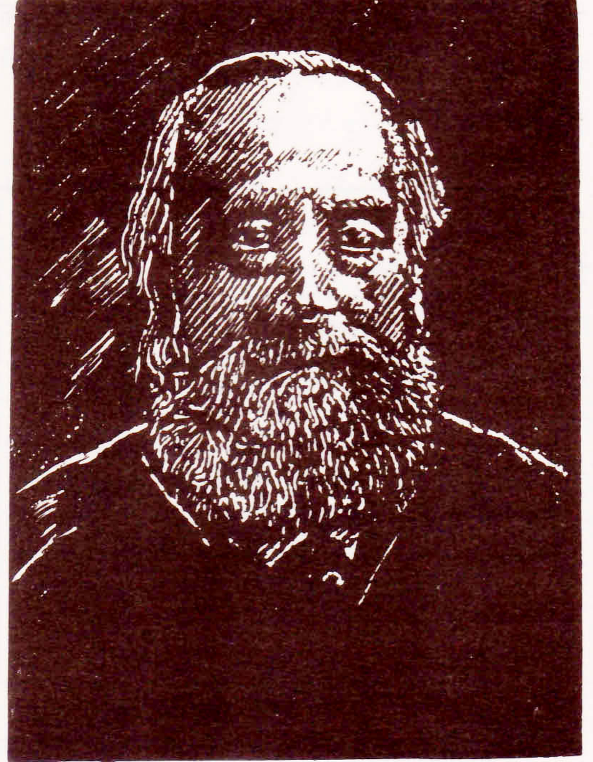
प्रकाश आणि चुंबकत्व यांचा काहीतरी जवळचा संबंध असावा असे फॅरॅडेला वाटत असे. आपली कल्पना बरोबर आहे किंवा काय हे पाहण्यासाठी त्याने एक प्रयोग केला. १८४०च्या सुमारास फॅरॅडेने ध्रुवित प्रकाश किरणांचा वापर केला. असा प्रकाश जेव्हा काचेतून आरपार जातो तेव्हा त्याच्या जाण्याच्या दिशेत फरक पडत नाही. परंतु काचेजवळ शक्तिशाली चुंबक ठेवल्यास दिशेत फरक पडतो. हे तत्व म्हणजे फॅरॅडे परिणाम (फॅरॅडे रोटेशन इफेक्ट). तांत्रिक भाषेत हे तत्त्व पुढीलप्रमाणे सांगितले जातेः 'तीव्र चुंबकीय क्षेत्रामुळे प्रतलीय ध्रुवित प्रकाश-किरणाच्या (एकाच प्रतलात कंपने होणाऱ्या प्रकाश-किरणाच्या) कंपन-प्रतलाचे घूर्णन (परिभ्रमण) होते.'

फॅरॅडेचे महत्त्व

१८व्या शतकाच्या अखेरच्या काळात लव्हाशिएने घातलेला रसायनशास्त्राचा पाया आणि ॲलेस्सॅन्ड्रो व्होल्टा याने लावलेला विजेरीचा शोध या दोन महत्त्वपूर्ण घटना झाल्या. रसायनशास्त्र आणि विजेरी एकत्र आणून डेव्हीने विद्युत्‌विच्छेदनाचे तंत्र शोधून काढले. डेव्हीचेच कार्य पुढे नेणाऱ्या फॅरॅडेने विद्युत्‌विच्छेदनाचे नियम तयार केले. फॅरॅडेचे हे कार्य म्हणजे रसायनशास्त्रातील मूलभूत तत्त्वांचे आणि म्हणून महत्त्वाचे होते. अरस्टिडच्या प्रयोगांचा मागोवा घेत फॅरॅडेने विद्युत्‌चलित्र तयार केले.



जर्मन वैज्ञानिक जॉर्ज ओहृम हा विजेच्या संबंधातील आणखी एक महत्वाचा संशोधक. विजेच्या प्रवाहाला विविध वाहक कसा 'विरोध' करतात याचा त्याने अभ्यास केला. त्याने विद्युत् प्रवाह, रोध आणि वर्चोभेद (व्होल्टेज) यासंबंधीचा एक नियम तयार केला. रोधाचे एकक ओहृम याच्या नावाने ओळखले जाते.



जेम्स जूल (१८१८–१८८९), याने फॅरॅडेच्या निसर्गातील एकतेच्या संकल्पनेला पुष्टी दिली. ऊर्जेची विविध रूपे एकमेकांत रूपांतरित करता येतात आणि प्रत्येक रूपांतरात ऊर्जेची राशी स्थिर राहते. जूलचेच नाव ऊर्जेच्या एककाला देण्यात आले आहे.



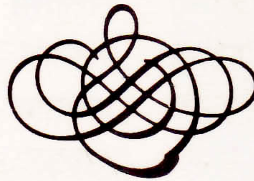
जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल (१८३१–१८७९) याने फॅरॅडेच्या विद्युत्-चुंबकत्वाच्या सिद्धांताच्या आधारे गणिती सूत्रे तयार केली. या कामात त्याला काही नवे निष्कर्ष मिळाले. त्यांपैकी एक महत्वाचा निष्कर्ष म्हणजे, प्रकाश हा विद्युत्-चुंबकीय लहरींचाच एक प्रकार आहे. वास्तविक फॅरॅडेही त्या निष्कर्षाप्रत आला होता. १८३२ मध्ये फॅरॅडेने रॉयल सोसायटीत एक मोहोरबंद लखोटा ठेवला होता. हा फोडल्यावरत्यात फॅरॅडेने असे लिहून ठेवलेले दिसले की, विद्युत्-चुंबकीय लहरी या पाण्याच्या पृष्ठभागावर दिसणाऱ्या लहरींसारख्याच असतात.

जनित्राप्रमाणेच पहिले रोहित्रही फॅरॅडेने तयार केले. जनित्र आणि रोहित्र यांच्या साहाय्याने वीज निर्मिती करणे आणि तिचे वितरण करणे शक्य झाले आहे. निसर्गाचा एकसंधपणा या कल्पनेवर फॅरॅडेचा विश्वास असल्यामुळे इतरांपेक्षा वेगळे असे काही तो करू शकला. याचे आणखी एक उदाहरण म्हणजे, प्रकाशावर चुंबकत्वाचा प्रभाव पडू शकतो, हा फॅरॅडेने शोधलेला नियम.

फॅरॅडेने गणिताचा आधार कधीच घेतला नाही आणि त्यामुळे त्याची विद्युत्चुंबकीय तत्त्वासंबंधीच्या कामाची दिशाच वेगळी होती. शेवटी जेम्स क्लर्क मॅक्सवेल याने फॅरॅडेच्या तत्त्वाला संख्यात्मक स्वरूप दिले. त्यानंतरच्या काळात जर्मन शास्त्रज्ञ हर्ट्ज् याने फॅरॅडेच्या तत्त्वावर आधारित रेडिओ-तरंगांचा शोध लावला. अशा रितीने फॅरॅडेने केलेल्या कार्यावर आधारित असे अनेक नवे विचार व संशोधन अगदी अलीकडच्या काळापर्यंत झाले.

शब्दावली मराठी–इंग्रजी

ऋण: negative
ऋणाग्र: cathode
ऊर्जा: energy
कंपन प्रतल: plane of vibration
घट: battery
घर्षणजन्य विद्युत्: electricity by friction
चुंबक: magnet
चुंबकीय क्षेत्र: magnetic field
चलविद्युत् शक्ति: galvanism
जनित्र: dynamo
द्रावण: solution
धन: positive
धनाग्र: anode
ध्रुव: pole
प्रतल: plane
प्रतलीय ध्रुवित प्रकाश: plane polarized light
प्रतिचुंबकीय पदार्थ: diamagnetics
प्राणीजन्य विद्युत्: animal electricity
ब्रिटानिका विश्वकोश: *Encyclopaedia Britannica*
मानसिक थकवा: mental breakdown
रोहित्र: transformer
लेडन जार: Leyden jar
वाहक: conductor
विजेरी: battery
विद्युत् अग्र: electrode
विद्युत्-चुंबकीय: electro-magnetic
विद्युत्-चुंबकीय प्रवर्तन: electro-magnetic induction
विद्युत्-भार: electric charge
विद्युत्-मंडल: electric circuit
विद्युत्-रसायनशास्त्र: electrochemistry
विद्युत्-विच्छेदन: electrolysis
विद्युत्-विच्छेद्य: electrolyte
समचुंबकीय पदार्थ: paramagnetics
सममूल्य: equivalent
सूची: needle
सेंद्रीय रसायनशास्त्र: organic chemistry
स्थिरांक: constant
होकायंत्र: compass



विज्ञानाची वाटचाल पाहणे मनोरंजक ठरेल अशा कल्पनेने 'विज्ञानाचे रचयिते' ह्या पुस्तकमालेची योजना केलेली आहे. विज्ञानाचा इतिहास फार जुना आणि खूपच विस्तृत आहे. तो घडविण्यात अनेक प्रज्ञावंत शास्त्रज्ञांचा वाटा आहे. तेव्हा या शास्त्रज्ञांच्या चरित्रांमधूनच विज्ञानाचा इतिहास वाचकासमोर उलगडेल अशा कल्पनेने या मालेतील शास्त्रज्ञांची निवड करण्यात आली आहे. या शास्त्रज्ञांनी विज्ञानाचे मंदिर बांधले, रचले. त्यांचा जीवनेतिहास देताना, त्यांच्या वेळची सामाजिक व राजकीय परिस्थिती काय होती हे सांगितले आहे. त्यामुळे हे शास्त्रज्ञ कोणत्या वातावरणात कार्य करीत होते याची कल्पना वाचकाला येईल. त्याशिवाय विज्ञानातील संशोधन कसे होते, त्याची पद्धत कशी असते याचीही चर्चा करण्यात आली आहे.

शास्त्रज्ञ हे शेवटी माणसेच असतात. साहजिकच त्यांच्यामध्येही इतरांसारखेच गुणदोष असतात. तेव्हा त्यांच्या स्वभावाचे, त्यांच्या जीवनातील काही घटनांचे मुद्दाम उल्लेख करण्यात आले आहेत. विज्ञानाच्या या रचयित्यांच्या जीवनासंबंधी आणि कार्यासंबंधी माहिती देत असताना त्यांच्या कार्यानुषंगिक तत्त्वांची, घटनांची ओळखही करून देण्यात आली आहे. भरपूर चित्रे आणि आकृत्या असलेली ही चरित्रे विद्यार्थ्यांना स्फूर्तिदायक ठरतील अशी खात्री आहे.

मालेतील पुस्तके

ॲरिस्टॉटल
गॅलिलिओ गॅलिली
आयसॅक न्यूटन
आन्तवान लव्हाशिए
मायकल फॅरॅडे
चार्ल्स डार्विन
लुई पाश्चर
मारी क्युरी
ॲल्बर्ट आइनस्टाइन

भारतीय शास्त्रज्ञ

चंद्रशेखर वेंकट रामन
सत्येन्द्रनाथ बोस
मेघनाद साहा

ISBN 0 19 562782 2

Rs. 30